

河南香菇主产区鲜菇供应周期及影响因素分析

刘金玲¹, 王昱峰¹, 李臣军², 崔筱¹, 张玉亭¹, 吴杰¹, 孙文化¹, 孔维丽¹

(1. 河南省农业科学院食用菌研究所·农业农村部黄淮海食用菌种质资源评价与利用重点实验室 郑州 450002;

2. 西峡县食用菌发展中心 河南西峡 474599)

摘要:为厘清香菇主产区海拔及棚型对鲜香菇供应周期的影响,以伏牛山区卢氏县和西峡县两个香菇主产区为中心,通过问卷调查和实地考察相结合的方式搜集了23个乡镇低、中、高海拔下简易型、简易标准型(简称简标型)、标准型大棚的89个香菇种植户样本,以鲜香菇供应时间为中心,分析了海拔、棚型对鲜香菇供应时间及花菇供应时间的影响。结果表明,简易型和简标型大棚鲜香菇供应时长与海拔呈负相关,低、中海拔鲜香菇供应时长较高海拔长34–49 d。标准型大棚鲜香菇供应时长与海拔呈正相关,即海拔越高鲜香菇供应时长越长,高海拔标准型棚鲜香菇供应时长较低、中海拔分别长约42和35 d。相同海拔下鲜香菇供应时长与棚型呈正相关,即棚型越好鲜香菇供应时长越长。尤其是高海拔标准型棚鲜香菇供应时长显著多于两个简易型棚约86和85 d。海拔对两种简易型棚花菇供应时长没有显著影响,而中、高海拔标准棚花菇供应时长显著多于低海拔分别约33和30 d,中海拔简标型和标准型大棚的花菇供应时长显著多于简易型大棚分别约52和36 d。两个县鲜香菇的供应周期为9–10月至翌年4–6月,供应周期受不同地区、海拔和大棚棚型的影响。高海拔和高质量大棚能够延长出菇时间,提高香菇产量。在菌棒质量保证的前提下,低、中海拔简标型鲜香菇供应时长较长。

关键词:鲜香菇;供应周期;海拔;棚型

中图分类号:S646.1²

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2025)01-095-07

Analysis of fresh *Lentinula edodes* supply cycle and influencing factors in the main producing areas of *Lentinula edodes* in Henan

LIU Jinling¹, WANG Yufeng¹, LI Chenjun², CUI Xiao¹, ZHANG Yuting¹, WU Jie¹, SUN Wenhua¹, KONG Weili¹

(1. Institute of Edible Fungi, Henan Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Evaluation and Utilization of Edible Fungi Germplasm Resources in Huang-huai-hai Region, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Zhengzhou 450002, Henan, China; 2. Xixia County Edible Fungi Development Center, Xixia 474599, Henan, China)

Abstract: In order to clarify the influence of different altitudes and shed types on the supply cycle of fresh *Lentinula edodes* (*L. edodes*) in the main producing areas of *L. edodes*, 89 samples of *L. edodes* growers in 23 townships in simple, simple-standard and standard sheds distributed at low, middle and high altitudes were collected by combining questionnaire survey and field investigation. Centering on the supply duration of fresh *L. edodes*, the influences of altitudes and shed types on the supply cycle of fresh *L. edodes* were analyzed. The results showed that the supply duration of fresh *L. edodes* in simple type and simple-standard type shed was negatively correlated with altitude, i.e. the supply duration of fresh *L. edodes* at low and middle altitude was longer than that at high altitude by about 34–49 d. For the standard type shed, the supply duration of fresh *L. edodes* was positively correlated with altitude, i.e. the higher the altitude, the longer the supply duration of fresh *L. edodes*. The supply duration of fresh *L. edodes* in standard shed at high altitude was significantly longer than that at low and middle altitudes of about 42 d and 35 d, respectively. At the same altitude, the supply duration of fresh *L. edodes* was positively correlated with the shed type, i.e. the better the type of shed, the longer the supply duration of fresh *L. edodes*. Especially, the supply duration of fresh *L. edodes* in the standard type shed at high altitude was significantly longer than that in the two simple type sheds by about 86 and 85 d. There was no significant difference in the supply duration of colored *L. edodes* between the two simple type sheds by altitude, but the supply durations of col-

收稿日期:2024-07-29;修回日期:2024-10-06

基金项目:河南省现代农业产业技术体系(HARS-22-08-S, HARS-22-08-G1)

作者简介:刘金玲,女,助理研究员,主要从事食用菌栽培研究。E-mail:liujl1023@126.com

通信作者:孔维丽,女,研究员,主要从事食用菌育种及栽培机制研究。E-mail:kongweili2005@126.com

ored *L. edodes* in the standard type shed at middle and high altitudes were significantly longer than that in the low altitude by about 33 d and 30 d, respectively. Furthermore, the supply durations of colored *L. edodes* both in the simple-standard type and standard type shed at middle altitude were significantly longer than that in the simple type shed by about 52 and 36 d, respectively. In conclusion, the supply cycle of fresh *L. edodes* in the two counties was from September–October to April–June of the following year, and the supply duration was affected by different regions, altitudes and shed types. High altitude and high quality shed could prolong the supply cycle and increase the yield of *L. edodes*. Under the premise of quality assurance of shiitake, the supply durations of fresh *L. edodes* in simple-standard type at low and middle altitudes were longer.

Key words: Fresh *Lentinula edodes*; Supply cycle; Altitude; Shed type

香菇(*Lentinula edodes*)营养丰富,具有独特挥发性风味,兼具食用、保健和药用价值^[1-4],在国内广泛种植。2022 年,中国香菇产量为 1296 万 t,占全球香菇总产量的 98.3%,产值超过 1000 亿元,相关从业人员数量超过 1000 万人,成为中国生产区域最广、总产量最高、影响最大的食用菌^[5]。2022 年,河南省香菇产量 406.7 万 t,占全国香菇总产量的 31.4%^[6]。随着经济快速发展和城乡融合速度加快,香菇消费量显著增加。2022 年人均年消费香菇达 8.9 kg,较 2003 年增长 4.5 倍,其中鲜香菇占比达八成^[7]。鲜香菇周年供应成为常态。

河南香菇种植历史 40 多年,主产区分布在伏牛山区的西峡、卢氏、鲁山、嵩县、汝阳、栾川等县^[8-10]。西峡和卢氏分别位于伏牛山的阳坡和阴坡,成为伏牛山区两个典型代表区域,种植规模约 6 亿棒,从业人数超过 30 万人,年供应鲜香菇 60 万 t,成为香菇生产交易的集散地及价格中心。以家庭为单元分散种植模式是当前最主要的种植方式,多年来菇农通过“眼口相传”方式,形成了独特的春栽香菇种植模式,鲜菇的供应季节集中在秋冬两季。而伏牛山香菇基地分布在海拔 100~2100 m,该区域跨长江和黄河流域,随海拔的增高气温逐渐递减,气候垂直变化规律明显^[8,11]。香菇种植大棚所处地理位置、海拔差异悬殊,采用的大棚形式各异,主要有简易型、简易标准型(简称简标型)和标准型 3 种。能否利用山区冷凉气候资源来延长鲜香菇供应周期,急需了解当前香菇种植的分布和鲜菇供应周期。笔者选取西峡、卢氏两个香菇生产大县为代表,以不同海拔和棚型的香菇种植户作为调查对象,通过调查问卷和实地考察相结合的方式,汇总了当前香菇生产情况,涵盖香菇主产区海拔、大棚棚型、菌棒形式、出菇起始时间和结束时间、花菇形成高峰期等。根据各县区、乡镇的海拔、棚型等条件的差异性,总结出不同海拔、棚型的香菇出菇时间、花菇形成高峰期的规律,为延长鲜香菇供应周

期提供参考依据。

1 数据来源与方法

1.1 数据来源

西峡、卢氏两县是河南省香菇主产县,香菇种植基地集中,也是河南“双改”政策实施的重点县,选取西峡、卢氏香菇种植户作为研究对象。调查数据来自于河南省农业科学院食用菌研究所食用菌育种创新团队在 2024 年 2—4 月对卢氏、西峡两县的部分乡镇进行的问卷调查和实地考察,为了保证问卷调查的合理性、准确性及可靠性,选择对当地种植户进行分层随机抽样调查来获得数据,使样本具有真实性和代表性。数据包括西峡县和卢氏县共 23 个乡镇 89 个香菇种植户样本,其中西峡县 16 个乡镇,包括桑坪镇、丁河镇、田关镇、重阳镇、西坪镇、丹水镇、五里桥镇、双龙镇、军马河镇、石界河镇、阳城镇、二郎坪镇、寨根乡、太平镇、回车镇、米坪镇,共收集 58 个种植户样本;卢氏县 7 个乡镇,分别为朱阳关镇、狮子坪乡、双槐树乡、瓦窑沟乡、五里川镇、官坡镇、杜关镇,共收集 31 个种植户样本。调查种植户总计 89 个,调查数据样本如表 1 所示。

表 1 调查数据样本分布
Table 1 Distribution of survey samples

县	乡镇数量	种植户数量	所占比例
County	Number of townships	Number of growers	Proportion/%
西峡 Xixia	16	58	65.2
卢氏 Lushi	7	31	34.8

1.2 分析方法

搜集 23 个乡镇 89 个香菇种植户样本,以鲜香菇供应时间为中心,分析海拔、大棚棚型对鲜香菇供应时间的影响。笔者以≤ 499 m 作为低海拔区间,以 500~799 m 作为中海拔区间,以≥ 800 m 作为高海拔区间。采用 Microsoft office 2010 软件处理数据,运用 IBM SPSS 21.0 进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同种植户大棚棚型及海拔分布

调查的西峡、卢氏两县 89 个香菇种植户样本, 种植大棚位置所处海拔位于 101~1300 m, 其中西峡种植大棚海拔分布在 101~1055 m, 卢氏种植大棚海拔分布在 577~1300 m。香菇种植大棚棚型主要有简易型、简易标准型(简称简标型)和标准型 3 种。菌棒形式包括制棒和买棒, 其中制棒占比 66.3%, 买棒占比 33.7%。调查样本点种植棚型、数量、海拔分

布及占比详见表 2。其中, 简易型大棚样本数共 22 个, 占比 24.7%, 简标型大棚样本数共 34 个, 占比 38.2%, 标准型大棚样本数共 33 个, 占比 37.1%。其中低、中、高海拔简易型大棚占简易型棚比例分别为 36.4%、40.9%和 22.7%, 低、中、高海拔简标型大棚占简标型比例分别为 32.4%、35.3%和 32.4%, 低、中、高海拔标准型大棚占标准型比例均为 33.3%。由表 2 可见, 3 种棚型及每个等级海拔的 3 种棚型样本数相当, 所占比例较均衡, 数据样本可用于下一步统计分析。

表 2 调查样本点大棚棚型、种植户数、海拔分布及占比
Table 2 Cultivation shed type, number, altitude distribution and percentage of survey samples

大棚棚型 Shed type	种植户数 Number of growers	所占比例 Proportion/%	海拔分布 Altitude distribution	种植户数 Number of growers	所占比例 Proportion/%
简易型 Simple type	22	24.7	低海拔 Low altitude	8	36.4
			中海拔 Middle altitude	9	40.9
			高海拔 High altitude	5	22.7
简标型 Simple-standard type	34	38.2	低海拔 Low altitude	11	32.4
			中海拔 Middle altitude	12	35.3
			高海拔 High altitude	11	32.4
标准型 Standard type	33	37.1	低海拔 Low altitude	11	33.3
			中海拔 Middle altitude	11	33.3
			高海拔 High altitude	11	33.3

2.2 种植户香菇栽培品种及占比分析

调查的西峡、卢氏两县 23 个乡镇 89 个种植户香菇栽培品种较复杂, 共有 18 个品种, 详见表 3。其中西峡县香菇主栽品种为西峡 9608, 占比 51.1%; 香 31、七河 9 号占比均超过 10%; 七河 8 号、德海 10 号、07、本地 5 号、807、939、湖北 9608-1、湖北随州 319 号、湖北 10 号等 9 个品种占比较小, 共占比 23.9%。卢氏县香菇主栽品种为香 31, 占比

46.3%; 七河 9 号、沪香 F6 占比均超过 10%; 德海 10 号、超越 2 号、向阳 2 号、向阳 3 号、山东 8 号、林海 6 号等 6 个品种共占比 29.3%。

2.3 不同香菇种植棚型在不同海拔地区的鲜香菇供应时长

根据不同海拔的大棚棚型, 汇总鲜香菇的出菇起始时间、结束时间及出菇期内不出菇时间, 计算鲜香菇出菇时长, 结果详见表 4。

表 3 西峡、卢氏两县香菇主产区香菇栽培品种及占比
Table 3 The cultivated varieties and proportion of *L. edodes* in the main production areas in Xixia and Lushi

县 County	品种 Variety	种植频次 Planting frequency	占比 Proportion/%
西峡 Xixia	西峡 9608 Xixia 9608	47	51.1
	香 31 Xiang 31	12	13.0
	七河 9 号 Qihe No. 9	11	12.0
	其他(七河 8 号、德海 10 号、07、本地 5 号、807、939、湖北 9608-1、湖北随州 319 号、湖北 10 号) Other (Qihe No. 8, Dehai No. 10, 07, Local No. 5, 807, 939, Hubei 9608-1, Hubei Suizhou No. 319, Hubei No. 10)	22	23.9
卢氏 Lushi	香 31 Xiang 31	19	46.3
	七河 9 号 Qihe No. 9	5	12.2
	沪香 F6 Huxiang F6	5	12.2
	其他(德海 10 号、超越 2 号、向阳 2 号、向阳 3 号、山东 8 号、林海 6 号) Other (Dehai No. 10, Chaoyue No. 2, Xiangyang No. 2, Xiangyang No. 3, Shandong No. 8, Linhai No. 6)	12	29.3

表 4 不同海拔的大棚棚型鲜香菇出菇起始、结束、不出菇时间及鲜香菇供应时长
Table 4 Starting, ending, non-producing time and supply duration of fresh *L. edodes* in distinct shed types at different altitudes

大棚棚型 Shed type	海拔分布 Altitude distribution	出菇起始时间 Starting time of production	出菇结束时间 Ending time of production	出菇期间不出菇时间 Non-producing time during supply duration	供应时长 Supply duration/d
简易型 Simple type	低海拔 Low altitude	10 月中下旬 Mid to late October	4 月中下旬 Mid to late April	0	187.63±28.92 b
	中海拔 Middle altitude	9 月下旬至 10 月中旬 Late September to mid October	4 月下旬 Late April	0	192.11±15.96 b
	高海拔 High altitude	9 月中旬至 10 月上中旬 Mid September to early-mid October	4 月下旬至 5 月中旬 Late April to mid May	1—2 月 From January to February	153.00±30.33 c
简标型 Simple-standard type	低海拔 Low altitude	10 月上中旬 Early to mid October	4 月中下旬至 5 月上旬 Mid-late April to early May	0	194.00±12.69 b
	中海拔 Middle altitude	9 月中旬至 10 月上中旬 Mid September to early-mid October	4 月下旬至 5 月上旬 Late April to early May	0	203.82±10.93 b
	高海拔 High altitude	9 月中旬至 10 月上中旬 Mid September to early-mid October	4 月下旬至 5 月下旬 Late April to late May	1—2 月 From January to February	154.55±29.87 c
标准型 Standard type	低海拔 Low altitude	9 月中旬至 10 月上中旬 Mid September to early-mid October	4 月下旬至 5 月中旬 Late April to mid May	0	197.09±25.08 b
	中海拔 Middle altitude	10 月上中旬 Early to mid October	4 月下旬至 5 月上旬 Late April to early May	0	204.27±11.62 b
	高海拔 High altitude	10 月上旬 Early October	6 月下旬 Late June	1—2 月 From January to February	239.45±70.25 a

注:不同小写字母表示每组间在 0.05 水平差异显著。下同。
Note: Different small letters indicate significant difference among different groups at 0.05 level. The same below.

结果显示,对于简易型大棚,低海拔地区的出菇起始和结束时间主要在 10 月中下旬和 4 月中下旬,中海拔主要在 9 月下旬至 10 月中旬和 4 月下旬,低、中海拔的鲜香菇供应时长分别约 187 d 和 192 d;高海拔地区的出菇起始和结束时间主要在 9 月中旬至 10 月上中旬和 4 月下旬至 5 月中旬,除去出菇期因寒冷不出菇的 2 个月,高海拔地区的鲜香菇供应时长约 153 d。总体上看,低、中海拔的简易型大棚分别较高海拔的鲜香菇供应时长多 34 d 和 39 d。

对于简标型大棚,低海拔地区的出菇起始和结束时间主要在 10 月上中旬和 4 月中下旬至 5 月上旬,中海拔地区主要在 9 月中旬至 10 月上中旬和 4 月下旬至 5 月上旬,低、中海拔的鲜香菇供应时长分别约 194 和 203 d;高海拔地区的出菇起始和结束时间主要在 9 月中旬至 10 月上中旬和 4 月下旬至 5 月下旬,除去出菇期因寒冷不出菇的 2 个月,高海拔地区的鲜香菇供应时长约 154 d。总体上看,低、中海拔的简标型大棚较高海拔的鲜香菇供应时长分别多 40 d 和 49 d。

对于标准型大棚,低海拔地区的出菇起始和结束时间主要在 9 月中旬至 10 月上中旬和 4 月下旬至 5 月中旬,中海拔地区主要在 10 月上中旬和 4 月下旬至 5 月上旬,低、中海拔的鲜香菇供应时长分别约 197 和 204 d;高海拔地区的出菇起始时间和结束时间主要在 10 月上旬和 6 月下旬,除去出菇期因寒冷不出菇的 2 个月,高海拔地区的鲜香菇供应时长约 239 d。总体上看,高海拔的标准型大棚比低、中海拔的鲜香菇供应时长分别多 42 d 和 35 d。

相同棚型时,对不同海拔条件下的鲜香菇供应时长进行统计分析发现,低、中海拔的简易型和简标型棚的鲜香菇供应时长显著多于高海拔 34~49 d,而高海拔的标准型棚的鲜香菇供应时长显著多于低、中海拔 42 d 和 35 d。即对于简易型和简标型棚,海拔越高,鲜香菇供应时长越短,对于标准型棚,海拔越高,鲜香菇供应时长越长。

相当海拔时,对 3 种棚型的鲜香菇供应时长进行统计分析发现,低、中海拔的标准型棚的鲜香菇供应时长多于简标型棚和简易型棚 1~12 d,但均没

有显著差异。高海拔标准型棚的鲜香菇供应时长显著多于简易型和简标型棚分别约 86 和 85 d, 但简易型和简标型棚之间没有显著差异。总之, 大棚棚型越好, 鲜香菇供应时长越长。

2.4 不同海拔及棚型的花香菇供应时长

根据不同海拔的大棚棚型, 汇总花香菇形成高峰期、花香菇高峰期旬平均温度及花香菇供应时长, 结果详见表 5。

结果表明, 对于简易型棚, 低、中、高海拔条件下的花香菇形成高峰期分别在 11—12 月份、11—12 月份和 10—12 月份, 对应的花香菇形成高峰期旬平均温度分别为 9.26、6.45 和 8.55 °C, 花香菇供应时长分别为 45、49 和 68 d; 对于简标型棚, 低、中、高海拔条件下的花香菇形成高峰期分别在 11—12 月份及翌年 1 月份、11—12 月份及翌年 2—3 月份和 10—12 月份, 对应的花香菇形成高峰期旬平均温度分别为 6.59、6.84 和 7.41 °C, 花香菇供应时长分别为 76、101 和 83 d; 对于标准型棚, 低、中、高海拔条件下的花香菇形成高峰期分别在 11—12 月、10—12 月及翌年 2—3 月份和 10—11 月及翌年 4—5 月, 对应的花香菇形成高峰期旬平均温度分别

为 10.15、8.56 和 9.46 °C, 花香菇供应时长分别为 52、85 和 82 d。

相同棚型时, 对不同海拔条件下的花香菇高峰期旬平均温度及供应时长进行统计分析发现, 3 种棚型在不同海拔条件下, 花菇形成高峰期时段的旬平均温度在 6.45~10.15 °C, 且相互之间均没有显著差异。此外, 高海拔的简易型棚的花香菇供应时长较低、中海拔分别多 23 和 19 d, 但三者之间没有显著差异; 中海拔的简标型棚的花香菇供应时长较低、高海拔分别多 25 和 18 d, 但三者之间也没有显著差异; 中海拔的标准型棚的花香菇供应时长较低、高海拔分别多 33 和 3 d, 中海拔的标准型棚的花香菇供应时长显著多于低海拔, 但低、高海拔之间和中、高海拔之间均没有显著差异。即不同海拔条件下的简易型棚或简标型棚之间的花香菇供应时长均没有显著差异, 仅中海拔的标准型棚的花香菇供应时长显著多于低海拔。

相当海拔时, 对 3 种棚型的花香菇供应时长进行统计分析发现, 低海拔的简标型棚的花香菇供应时长分别较简易型棚和标准型棚多约 31 和 24 d, 但三者之间均没有显著差异; 中海拔的简标型棚的

表 5 不同海拔不同棚型花菇形成高峰期、旬平均温度及花菇供应时长

Table 5 Peak formation period, average dekad temperature and supply duration of the colored *L. edodes* in distinct shed types at different altitudes

大棚棚型 Shed type	海拔分布 Altitude distribution	形成高峰期 The peak formation period	高峰期旬平均温度 Average dekad temperature during the peak formation/°C	供应时长 Supply duration/d
简易型 Simple type	低海拔 Low altitude	11—12 月 From November to December	9.26±4.33 a	45.75±16.31 c
	中海拔 Middle altitude	11—12 月 From November to December	6.45±2.90 a	49.13±16.40 c
	高海拔 High altitude	10—12 月 From October to December	8.55±6.30 a	68.75±15.50 abc
简标型 Simple-standard type	低海拔 Low altitude	11—12 月, 翌年 1 月 From November to December, January of next year	6.59±2.29 a	76.91±24.35 abc
	中海拔 Middle altitude	11—12 月, 翌年 2—3 月 From November to December, from February to March of next year	6.84±4.68 a	101.08±48.47 a
	高海拔 High altitude	10—12 月 From October to December	7.41±2.20 a	83.18±38.56 ab
标准型 Standard type	低海拔 Low altitude	11—12 月 From November to December	10.15±4.73 a	52.64±14.54 bc
	中海拔 Middle altitude	10—12 月, 翌年 2—3 月 From October to December, from February to March of next year	8.56±3.26 a	85.27±28.99 a
	高海拔 High altitude	10—11 月, 翌年 4—5 月 From October to November, from April to May of next year	9.46±4.30 a	82.30±29.04 ab

花香菇供应时长分别较简易型棚和标准型棚多约52和16 d,且简标型棚和标准型棚花香菇供应时长显著多于简易型棚,简标型棚和标准型棚之间没有显著差异;高海拔的简标型棚的花香菇供应时长分别较简易型棚和标准型棚多15和1 d,但三者之间均没有显著差异。综上,3种海拔的简标型棚的花香菇供应时长均多于标准型棚和简易型棚,标准型棚的花香菇供应时长均多于简易型棚,仅中海拔的简标型棚和标准型棚显著多于简易型棚,其余棚型之间均没有显著差异。

3 讨论与结论

调查分析结果表明,鲜香菇的供应周期受海拔和棚型的影响。低、中海拔条件下的简易型棚和简标型棚的鲜香菇供应时长和标准型棚相比,没有较大差异,表明标准型棚在低、中海拔地区在延长鲜香菇供应时长方面没有明显优势。在考虑标准型棚的较高投入成本情况下,低、中海拔可以选择简易型或简标型棚。但随着全球气候不断变暖^[12-14],进入夏季,香菇种植易受极端高温天气影响^[15-17]。近年来,河南省夏季高温少雨频现,菇棚内长时间高温已导致春季栽培的菌棒坏死^[18-20],香菇能否安全越夏直接影响香菇产量及农民增收,简标型棚在调节棚内环境能力方面优于简易型棚,可优先选择简标型棚。对于高海拔地区,标准型棚的鲜香菇供应时长较简易型和简标型棚分别延长86和85 d,显著多于简易型和简标型棚,这对鲜香菇供应时长和总产量都有较大的影响,表明标准型棚在高海拔地区具有明显优势。此外,同一棚型不同海拔出菇起始和结束时间的影响要素,除了海拔以外,还受种植品种、小气候、管理等因素的影响,因而会导致部分调查样本中出现简易型棚和简标型棚高海拔的出菇时间要晚于中海拔。

花菇含有丰富的蛋白质、氨基酸、矿物质和多种维生素等营养成分,是香菇在生产过程中通过控制温度、湿度、光照和通风等自然条件,人为改变香菇的正常生长发育而来的,其形成受多因素影响,如低温、干燥、通风、强光、大温差等^[21-23],在不同海拔地区花菇自然形成高峰期表现不一。棚型对不同海拔花菇出菇周期影响的可能原因有以下几方面:首先,不同棚型对棚内温度调控能力存在差异,前期分析发现,标准型棚的控温能力高于简标型,简易型最差,而花菇形成需要较高的温差刺激,简标型棚的温度差较标准型和简易型来说,更利于花

菇形成。其次,不同棚型对棚内湿度控制能力存在差异,花菇形成前期需要干湿交替来达到花菇形成的条件,简标型棚的湿度为花菇形成提供了有利条件。再次,不同棚型、海拔对棚内光强有影响,一般来说,相同棚型时,海拔越高,光照越强。棚型越好,棚顶的遮阳网和薄膜越多,而对光照透性相对越差。最后,出菇管理条件措施等,如通风、棚内加温、增湿等影响温湿度的人为因素,也会影响花菇形成。总之,3种棚型在不同海拔条件下,花菇形成是综合因素影响的结果,从统计数据来看,简标型中海拔条件下花菇形成周期最长。通过对不同海拔花菇形成高峰期的旬平均外环境温度分析发现,3种棚型在不同海拔条件下,花菇形成高峰期的旬平均温度在6.45~10.15℃之间,且相互之间均没有显著差异,说明花菇形成高峰期时段的外环境温度较为一致。调查数据显示,低、高海拔条件下的简标型棚的花菇供应时长均高于对应海拔条件下的标准型棚和简易型棚,但没有显著差异;而中海拔条件下的简标型棚和标准型棚的花菇供应时长均显著多于简易型棚,分别多于简易型棚52和36 d。以上结果表明,相比其他两个棚型,简标型棚在延长花菇形成高峰期时长方面具有明显优势,尤其是中海拔地区。因此,在中海拔地区,可优先选择简标型棚栽培花菇,既能节省一定投入成本,又能获得更长采收时间的花菇。

卢氏和西峡是河南省香菇产业发展的中心,由于地理位置差别大,导致不同海拔地区、不同棚型的鲜香菇、花菇供应时长存在较大差异。目前,河南香菇主产区的香菇栽培大棚主要有简易型、简标型和标准型等3种模式^[19-20,24],大棚类型不同,材料、构造、造价差异较大,对棚内环境控制程度各异。简易型棚构造相对简单,以塑料膜覆顶,投入少、成本低,但受外环境影响最大,对棚内温湿度调节能力较差;简标型棚有间距约3米的遮阳网和塑料膜覆顶,对棚内环境有一定的调节能力,投入成本稍高;标准型棚有交替搭配的双层遮阳网、双层塑料膜覆顶,且装有喷淋装置,对棚内环境具有较好的调控能力,但投入成本相对较高。笔者团队前期对不同棚型控温能力评价时发现,大棚建造标准越高,对棚内控温能力越强。

综上所述,西峡、卢氏两县鲜香菇的供应周期为9—10月至翌年4—6月,供应周期受不同地区、海拔和大棚棚型的影响。高海拔和高质量大棚能够延长出菇时间,提高香菇产量。在菌棒质量保证

的前提下,低、中海拔简标型鲜香菇供应时长较长。西峡、卢氏两县得益于自然优越的香菇种植条件,使香菇生产成为推动当地经济发展的一大动力。尽管如此,仍有很多问题有待解决,如在当前全球持续变暖情况下,如何使香菇菌棒安全过夏,如何利用各海拔地势改进香菇生产模式做到周年出菇。笔者调查研究分析了河南省香菇主产区不同海拔及棚型的鲜香菇及花菇供应时长及差异,为不同海拔棚型选择、低投入高产及香菇周年出菇提供了数据支持。

参考文献

- [1] 李延年,王文亮,贾凤娟,等.香菇呈味物质研究进展及产品开发[J].食品研究与开发,2021,42(10):186-192.
- [2] 周伟,凌亮,郭尚.香菇食药价值综述[J].食用菌,2020,28(6):461-465.
- [3] 张弘,王琦,姚骏,等.香菇柄营养成分及生物活性的研究[J].食品研究与开发,2019,40(7):203-206.
- [4] 阮海星,张卫国,付家华,等.香菇多糖及营养成分分析[J].微量元素与健康研究,2005,22(2):35-36.
- [5] 曹斌,张月吟,高博.全球香菇产业发展历史、现状及趋势[J].食用菌学报,2024,31(3):1-20.
- [6] 中国食用菌协会.2022年度全国食用菌统计调查结果分析[J].中国食用菌,2024,43(1):118-126.
- [7] 曹斌.新时代背景下中国香菇消费市场发展特征与趋势[J].食用菌学报,2023,30(3):90-102.
- [8] 孔维丽,康源春,袁瑞奇,等.河南省高温香菇栽培的四种出菇模式[J].中国食用菌,2016,35(2):79-82.
- [9] 张辉,闻亚美,党帅,等.河南省食用菌产业地位及发展策略[J].中国蔬菜,2019(10):9-13.
- [10] 贾冰.基于SCP范式的河南省食用菌产业分析[J].农村经济与科技,2023,34(9):102-104.
- [11] 孔维丽,崔筱,胡素娟,等.卢氏县食用菌产业发展的问题及对策建议[J].园艺与种苗,2019,39(9):10-13.
- [12] 林纾,李红英,黄鹏程,等.2022年夏季我国高温干旱特征及其环流形势分析[J].干旱气象,2022,40(5):748-763.
- [13] LU Y, HU H C, LI C, et al. Increasing compound events of extreme hot and dry days during growing seasons of wheat and maize in China[J].Scientific Reports,2018,8:16700.
- [14] 王国复,叶殿秀,张颖娴,等.2017年我国区域性高温过程特征及异常大气环流成因分析[J].气候变化研究进展,2018,14(4):341-349.
- [15] 王金成,黄敬芝,梁爽,等.香菇菌棒烧菌烂棒的原因分析及预防措施[J].北京农业,2011(9):89-90.
- [16] 莫丽萍,武婉丽,张国民,等.气象灾害对香菇生产的影响及防范[J].食用菌,2015,37(4):36-37.
- [17] ZHANG R Y, HU D D, ZHANG Y Y, et al. Anoxia and anaerobic respiration are involved in "spawn-burning" syndrome for edible mushroom *Pleurotus eryngii* grown at high temperatures[J].Scientia Horticulturae,2016,199:75-80.
- [18] 胡莉婷,杨光仙,李梦夏,等.河南香菇越夏高温气候特征及其与菌棒坏袋率的关系分析[J].中国瓜菜,2024,37(5):98-106.
- [19] 赵霆,张国民,莫丽萍,等.香菇越夏烂袋原因调查分析[J].食用菌,2015,37(3):27-28.
- [20] 杨胜全,朱彬,周建方.三门峡市香菇生产历史回顾及前景展望[J].农业科技通讯,2018(9):36-37.
- [21] 夏燕,王成晨,张健,等.优质香菇(花菇)子实体生长模型的研究[J].食药学报,2024,32(1):40-46.
- [22] 王成晨,谢皓宇,张健,等.基于菌盖特征的花菇等级评价方法及花菇形成的适宜环境条件研究[J].食药学报,2023,31(2):102-108.
- [23] 曹哲民,谭琦,潘迎捷,等.代料花菇成因研究 I 环境因素对花菇形成的影响[J].食用菌学报,2003,10(4):38-42.
- [24] 李红梅.科学搭建遮阳棚确保香菇安全越夏[J].食用菌,2016,38(4):61-62.